

NEDEN BE YILDIZLARI?

Be yıldızları, hızlı dönmeleri ve Balmer salma çizgileriyle karakterize edilen; bu salmanın, yıldızdan atılan maddeyle beslenen viskoz ve Keplerian bir dekresyon diskinde oluştuğu B-türü yıldızlardır (Rivinius et al. 2013). B-türü yıldızların yaklaşık %20'sinin yaşamlarının en az bir döneminde Be olgusunu gösterdiği düşünülmektedir (Bodensteiner et al. 2020). Be yıldızlarının en ayırt edici özelliklerinden biri yüksek dönme hızlarıdır ve güncel çalışmalar bu yıldızların ekvatoryal dönme hızlarının kritik dönme hızının yaklaşık %65–75'i düzeyinde olduğunu göstermektedir (Zorec et al. 2016; Balona & Ozuyar 2020). Bununla birlikte, Be yıldızlarının bu yüksek dönme hızlarına nasıl ulaştıkları ve bu hızları nasıl korudukları hâlâ tam olarak açıklanamamıştır.

ÖRNEKLEM

— Her tayf türünden ve ışınlam sınıfından B ve Be yıldızları farklı literatür kataloglarından derlendi.

— Değişen, çift ve kimyasal tuhaf yıldızlar örneklemden çıkarıldı

— Kataloglardaki RA ve Dec koordinatları kullanılarak Gaia DR3 ile eşleştirme yapıldı.

— Tayf türü, parlaklık sınıfı, vsini, RA, Dec, Gaia G, GBP, GRP, paralaks, paralaks hatası, l, b, [M/H] ve RUWE değerlerinden oluşan veri seti oluşturuldu.

— Son örneklem **404 Be ve 2.379 B yıldızından** oluştu.

YÖNTEM

— Aynı yıldıza ait katalog vsini ölçümleri, yıldız bazında tek bir medyan değerde birleştirildi.

— Tayf alt türleri için medyan vsini değerleri ve $\sigma_{\text{med}} \approx 1.2533\sigma/N$ hataları hesaplanarak 1 σ güven banthı ağırlıksız doğrusal fitler uygulandı.

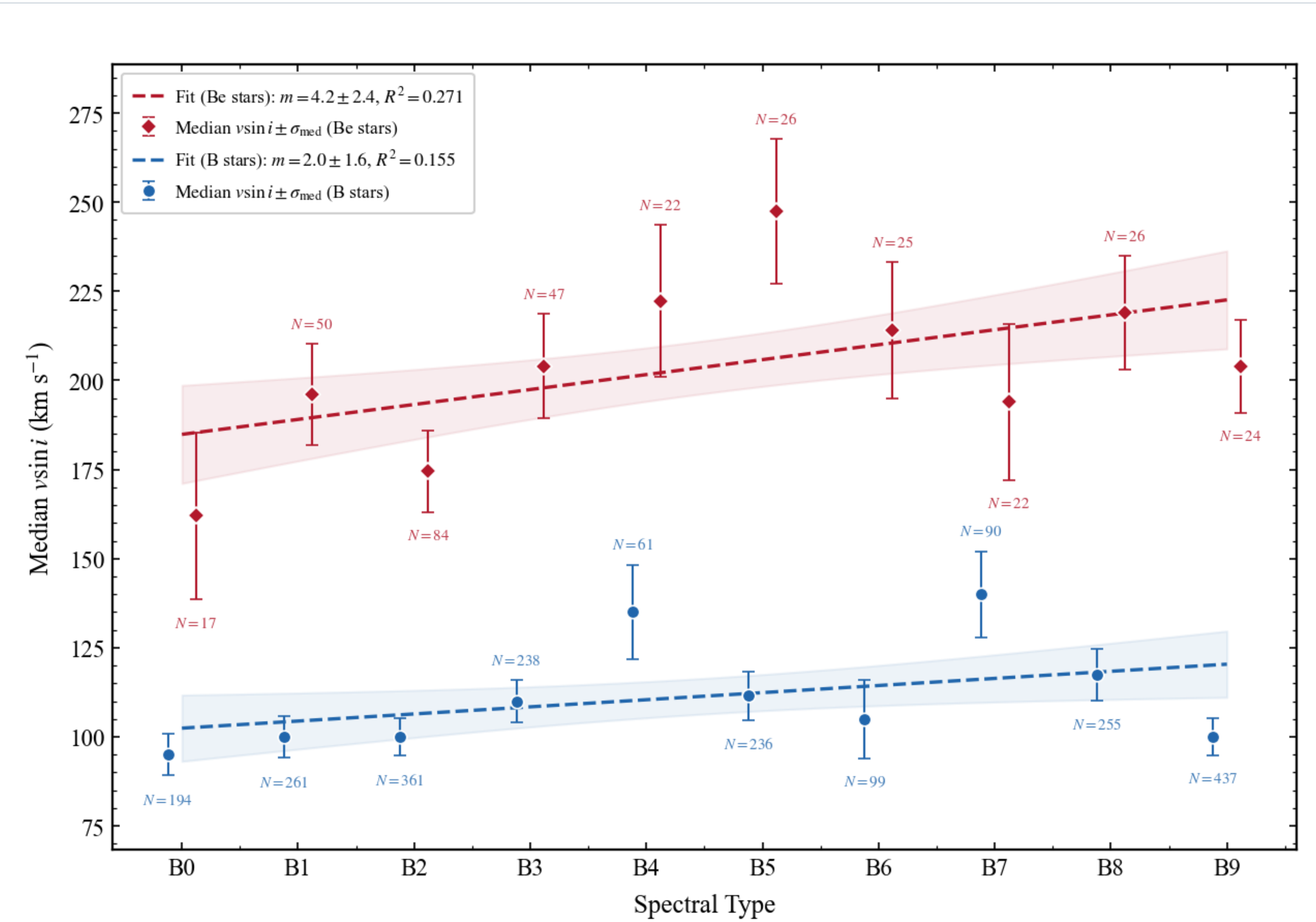
— GALExtin + Bayestar19 3B toz haritası ile yıldızlararası sönüm ve kızarma düzeltildi; paralaks kalitesi $\sigma_{\text{par}} / \varpi \leq 5\%$ ile sınırlandırıldı.

— Gaia GSP-Phot [M/H] değerleri kullanılarak; dağılımlar KS, Anderson–Darling, Mann–Whitney U, Brown–Forsythe, bootstrap ve 2000 Monte Carlo gerçeklemesi ile karşılaştırıldı.

Be yıldızları, B yıldızlarından $\sim 100 \text{ km s}^{-1}$ daha hızlı dönüyor ve beklenen dramatik yavaşlama süperdev evresine kadar gerçekleşmiyor.

$\approx 205 \text{ km s}^{-1}$

$\approx 105 \text{ km s}^{-1}$



Şekil 3: B (mavi daireler) ve Be (kırmızı elmaslar) yıldızları için tayf alt-türüne bağlı medyan izdüşümsel dönme hızı ($v \sin i$) dağılımları. Veri noktaları ilgili alt-türdeki (B0–B9) medyan $v \sin i$ değerini, hata çubukları ise medyanın standart hatasını (σ_{med}) göstermektedir. Kesik çizgiler veri setlerine uygulanan ağırlıksız doğrusal uyumları, gölgeli alanlar ise 1 σ güven aralıklarını temsil eder. Her bir alt-türe ait örneklem büyüklükleri (N) noktaların yakınında belirtilmiştir.

SONUÇLAR

— Be yıldızları, B0–B9 boyunca normal B yıldızlarından sistematik olarak daha hızlı dönmektedir; medyan vsini değerleri yaklaşık 205 km s^{-1} ve 105 km s^{-1} olup fark yaklaşık 100 km s^{-1} 'dir.

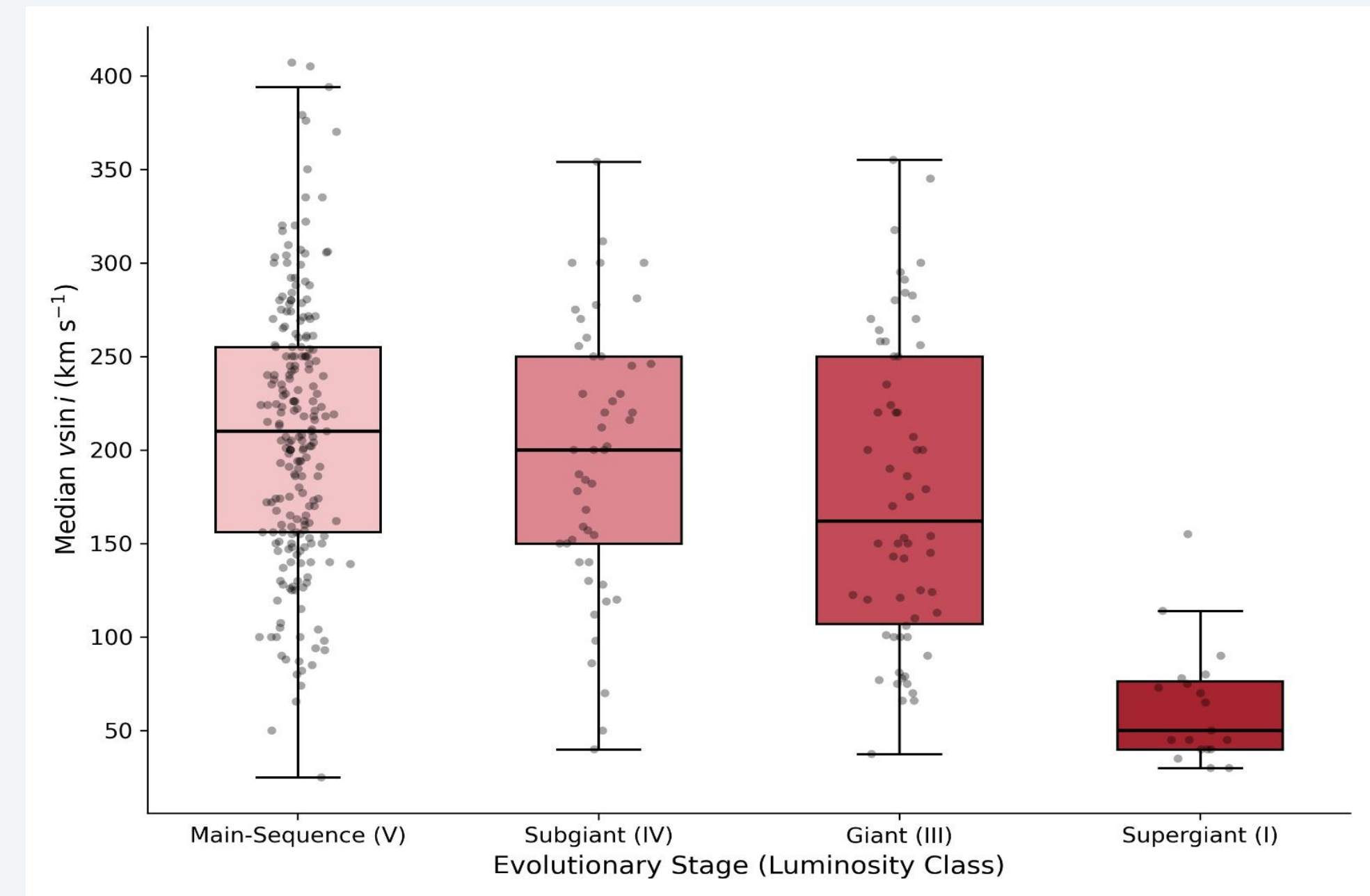
— Be yıldızları hızlı dönüşlerini anakoldan dev evresine kadar B yıldızlarına kıyasla büyük ölçüde korumaktadır. Keskin yavaşlama yalnızca süperdev evresinde ortaya çıkıyor.

— Gaia DR3 renk–parlaklık diyagramlarında Be yıldızları B yıldızlarından sistematik olarak daha kırmızı ve daha parlak görünmektedir; fark özellikle anakol yıldızlarında daha belirgindir.

— Be yıldızlarının GSP-Phot metalisite dağılımı B yıldızlarına göre sistematik olarak daha düşük değerlere kaymıştır; ancak etki büyüklüğü küçüktür ve iki dağılım büyük ölçüde örtüşmektedir.

EVİRİM

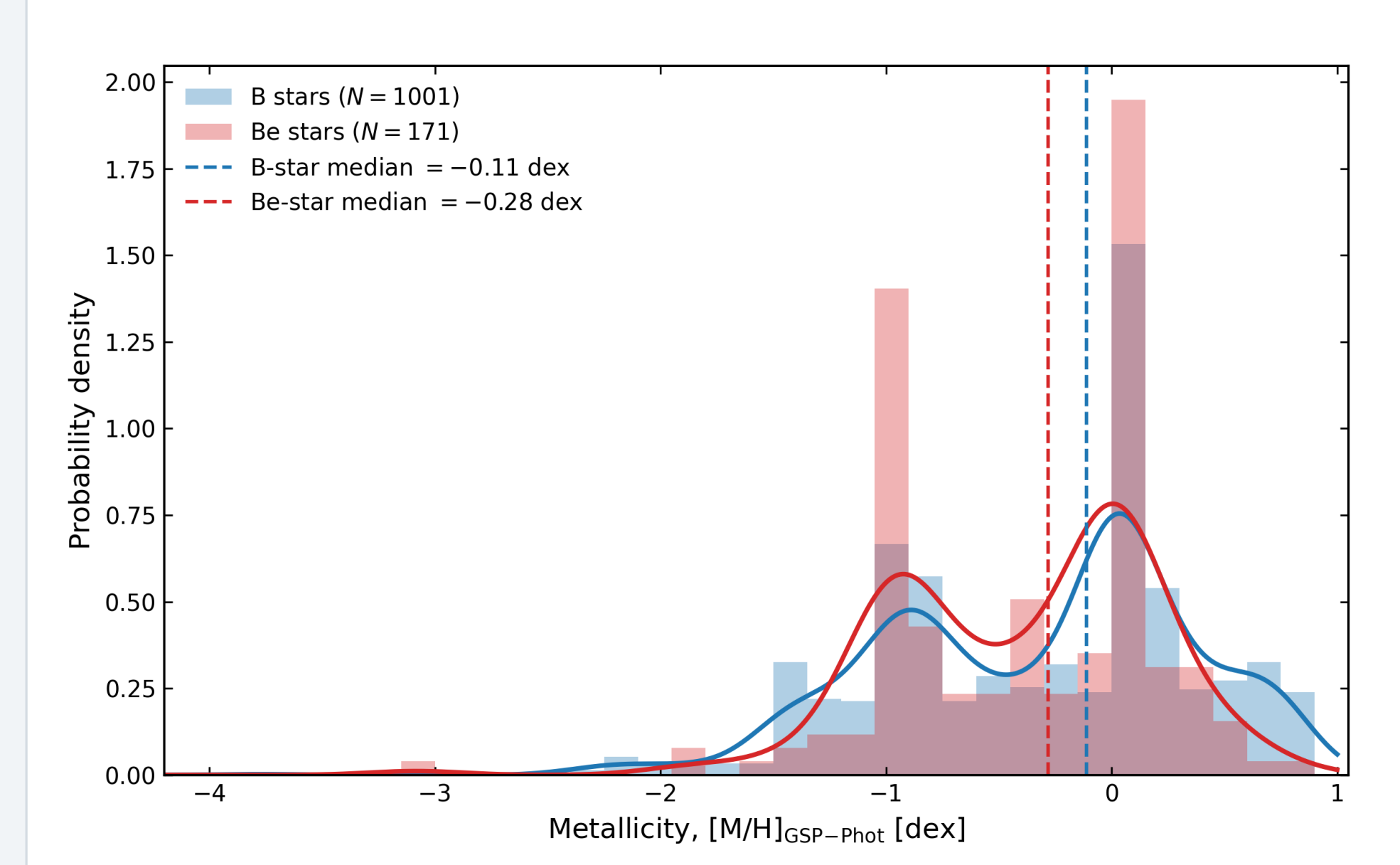
Bir yıldız yaşlandıkça fren yapar mı — yoksa hızını sonuna dek korur mu?



Şekil 3: Be yıldızlarının evrimsel aşamalara göre medyan vsini değerleri. Kutu içindeki siyah çizgiler sınıfın genel medyan hızını, kutu sınırları çeyrekler arası aralığı (IQR), gri noktalar ise tekil yıldız ölçümlerini göstermektedir.

METALISITE

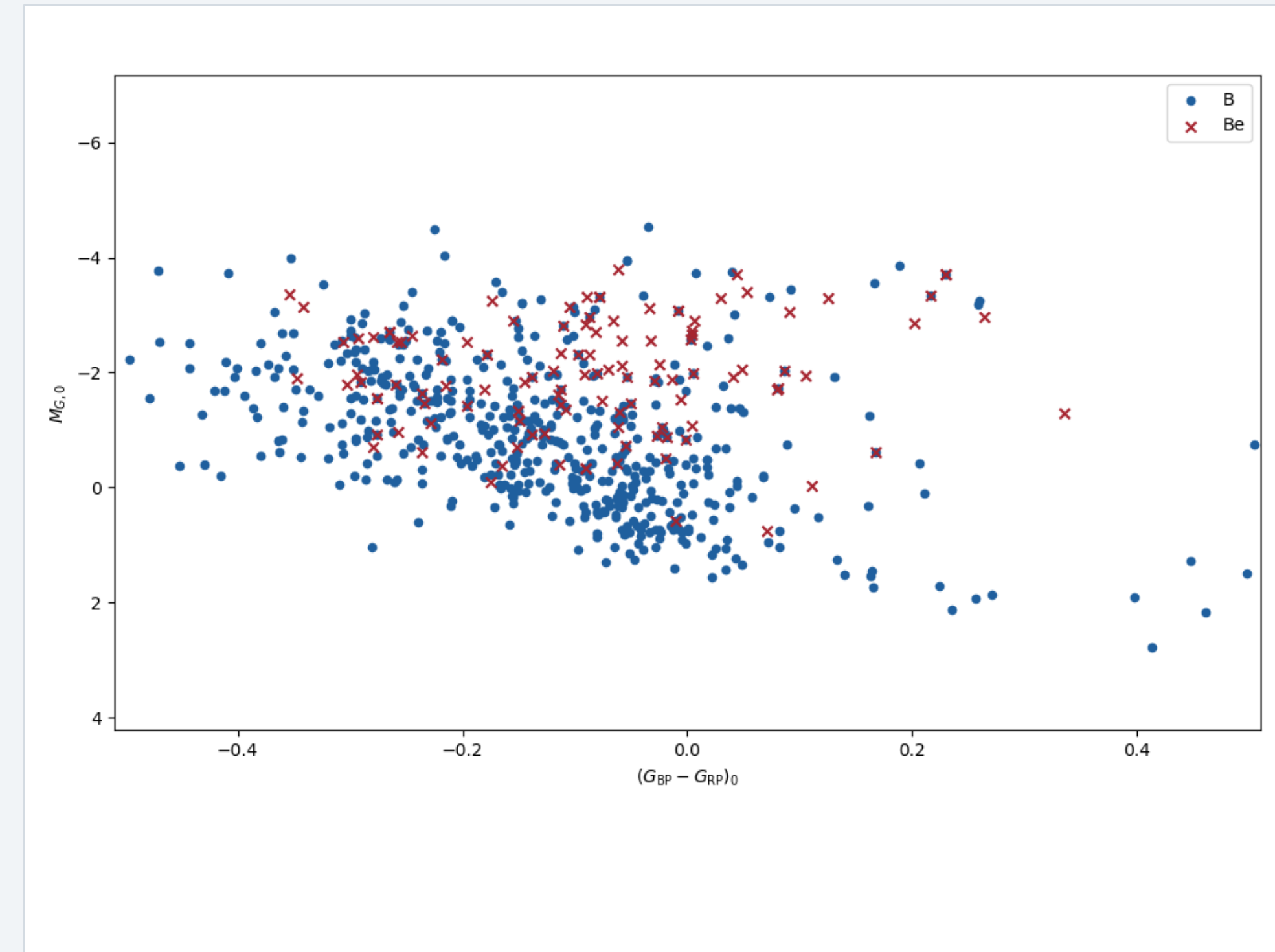
Daha az metal, daha mı hızlı dönüş demek?



Şekil 4: B (mavi, N = 1001) ve Be (kırmızı, N = 171) yıldızlarının Gaia GSP-Phot metalisite ([M/H]) dağılımları. Dikey kesik çizgiler her iki popülasyonun medyan metalisite değerlerini (B için −0.11 dex, Be için −0.28 dex) işaret etmektedir.

RENK & PARLAKLIK

Be yıldızları gerçekten daha kırmızı ve daha parlak mı görünüyor?



Şekil 5: B (mavi daireler) ve Be (kırmızı çarpı işaretleri) yıldızları için sönümleme düzeltmesi yapılmış mutlak Gaia renk-kadir diyagramı (CMD). Yatay eksen gerçek renk indeksini ((G_BP - G_RP)_0), dikey eksen ise mutlak G-bandı parlaklığını (M_G,0) göstermektedir.